



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09288007 A

(43) Date of publication of application: 04.11.97

(51) Int. Cl.

G01J 3/46
G01J 3/50'

(21) Application number: 08100254

(71) Applicant: MINOLTA CO LTD

(22) Date of filing: 22.04.96

(72) Inventor: TERAUCHI KOICHI

(54) SPECTRAL COLORIMETER

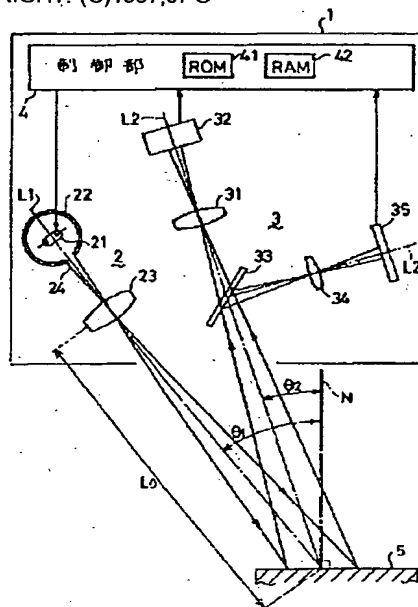
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate an error caused by distance fluctuation from a sample, by detecting a lighting position on the sample, obtaining a distance between the sample and a lighting means with the detected position, and then compensating a reflection characteristics of the sample using the distance.

SOLUTION: A fluctuation distance of an image position of lighting ray on the surface of a sample 5 is detected with a position sensor 35, and based on an angle θ_1 formed with that and a normal line N of the sample 5 and an optical axis L1, and also on an angle θ_2 formed with that and the normal line N of the sample 5 and an optical axis L2, a fluctuation distance from a reference position on the surface of the sample 5 is calculated by a control part 4. In addition, the control part 4 compensates a measured value of spectral reflectance obtained with a spectral sensor 32 with the use of a reference distance L_0 between the crossing point of the optical axis L1 and the sample 5 and a lens 23 when the surfaces of the fluctuation distance, the angle θ_1 and the sample 5 are all at

the reference position.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-288007

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 1 J 3/46			G 0 1 J 3/46	Z
3/50			3/50	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-100254

(22) 出願日 平成8年(1996)4月22日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 寺内 公一

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

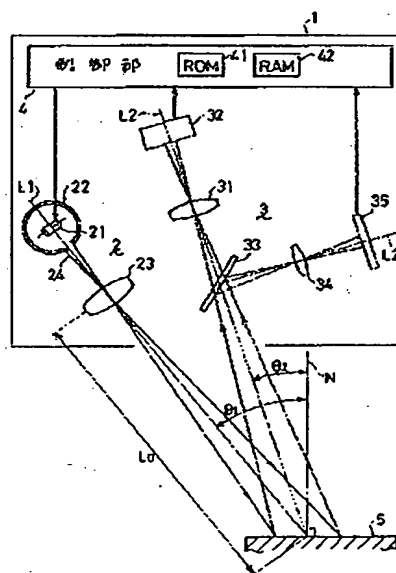
(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

(54) 【発明の名称】 分光測色計

(57) 【要約】

【課題】 試料との距離変動による誤差を修正する。

【解決手段】 試料5の表面の照明光の像位置の変動距離を位置センサ35で検出し、これと試料5の法線Nと光軸L1とのなす角度 θ 、及び試料5の法線Nと光軸L2とのなす角度 θ' とから、制御部4によって、試料5の表面の基準位置からの変動距離を算出する。更に、制御部4は、この変動距離と角度 θ 、と試料5の表面が基準位置にあるときの光軸L1と試料5の交点とレンズ23との間の基準距離L₀を用いて分光センサ32で得られた分光反射率の測定値を修正する。



(2)

特開平 9-288007

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料に向けてスポット状の照明光を投光する照明手段と、この照明手段の照明光の光軸と交差する光軸を有する受光光学系を介して上記試料からの反射光を受光する受光手段と、この受光手段による受光データを用いて上記試料の反射特性を求める反射特性制御手段とを備えた分光測色計において、上記照明光による上記試料上の照明位置を検出する位置検出手段と、上記検出位置を用いて上記試料と上記照明手段との間の距離を求める距離算出手段と、上記距離を用いて上記求められた試料の反射特性を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする分光測色計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、試料の分光反射特性を非接触で測定する分光測色計に係り、特に試料との距離変動による影響を補正し得る分光測色計に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、生産ライン等において移動する試料の表面の分光反射特性を測定する場合には、分光測色計を試料に接触させて測定を行うのが困難であるため、非接触で行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、非接触で測定を行う場合に、試料の厚さのばらつきや特に長尺の試料で顕著に生じる試料の反り等が原因となって分光測色計と試料の表面との間の距離が変動すると、測定値に誤差が生じる。このため、従来の分光測色計では非接触で正確な測定を行うのが困難であった。

【0004】 これに対して、試料から例えば数mm程度と変動距離に比べて充分大きく離れた位置に分光測色計を配置して測定を行うことによって、距離変動による誤差を低減することができるが、この場合でも完全に誤差をゼロにすることは非常に困難である。しかも、その場合には、測定距離が長くなることによって試料面上の照度が減少するため、光源の光量を増大する必要が生じる。また、分光測色計が離れた位置に配置されることから測色計のメンテナンスが困難になる。

【0005】 本発明は、上記問題を解決するもので、試料との距離変動による誤差を補正し得る分光測色計を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、試料に向けてスポット状の照明光を投光する照明手段と、この照明手段の照明光の光軸と交差する光軸を有する受光光学系を介して上記試料からの反射光を受光する受光手段と、この受光手段による受光データを用いて上記試料の反射特性を求める反射特性制御手段とを備えた分光測色計において、上記照明光による上記試料上の照明位置を検出す

2

る位置検出手段と、上記検出位置を用いて上記試料と上記照明手段との間の距離を求める距離算出手段と、上記距離を用いて上記求められた試料の反射特性を補正する補正手段とを備えたものである。

【0007】 この構成によれば、照明光の光軸と交差する光軸を有する受光光学系を介して試料からの反射光が受光され、この受光データを用いて試料の反射特性が求められる。一方、照明光による試料上の照明位置が検出され、この検出位置を用いて試料と照明手段との間の距離が求められる。この距離を用いて上記求められた試料の反射特性が補正される。これによって、試料と照明手段との間の距離の変動に関わりなく試料の反射特性が精度良く求められる。

【0008】 なお、上記請求項 1 の構成において、上記試料面の法線と上記照明光の光軸とのなす第 1 の角度と、上記試料面の法線と上記受光光学系の光軸とのなす第 2 の角度と、上記試料面が基準位置にあるときの上記試料と上記照明手段との間の基準距離とを記憶する記憶手段を備え、上記位置検出手段は、上記受光光学系の光軸上に配設され、上記試料からの反射光の一部を分離する分離部と、上記分離された反射光を受光する検出部とを備え、上記試料面が基準位置にあるときの上記検出部上の受光位置に対する受光位置変動距離を検出するものであり、上記距離算出手段は、上記第 1、第 2 の角度と上記受光位置変動距離とを用いて上記試料面の基準位置からの変動距離を求める変動距離算出部を備え、この変動距離と上記第 1 の角度と上記基準距離とを用いて上記試料と上記照明手段との間の距離を求めるものであることを特徴とする構成にしてもよい。

【0009】 この構成によれば、試料面の基準位置からの変動距離と試料面が基準位置にあるときの検出部上の受光位置に対する受光位置変動距離との間に相関があることから、この相関を利用して試料面の基準位置からの変動距離が求められ、この変動距離を用いて補正することによって試料の反射特性が精度良く求められる。

【0010】 また、上記請求項 1 の構成において、上記距離算出手段は、検出された照明位置に関するデータと、各データに対応する試料と照明手段との間の距離に関するデータとからなるテーブルデータを記憶する距離記憶部を備え、検出された照明位置に対応する試料と照明手段との間の距離を抽出するものである構成にしてもよい。この構成によれば、距離算出のための演算が行われないので、動作の高速化を図ることが可能になる。

【0011】 また、上記請求項 1 の構成において、上記補正手段は、試料と照明手段との間の距離に関するデータと、試料の反射特性に関するデータと、各データに対応する反射特性の補正值に関するデータとからなるテーブルデータを記憶する補正値記憶部を備え、求められた試料と照明手段との間の距離及び求められた試料の反射特性に対応する反射特性の補正値を抽出するものである

(3)

特開平9-288007

3

構成にしてもよい。この構成によれば、補正値算出のための演算が行われないので、動作の高速化を図ることが可能になる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る分光測色計の一実施形態を示す構成図である。この分光測色計は、装置本体1内に、照明光学系2、受光光学系3及び制御部4を備え、例えば製造工場の搬送ベルト上を搬送される試料5の表面の反射特性を測定するものである。

【0013】上記照明光学系2は、光源21、積分球22及びレンズ23を備えている。光源21は、キセノンランプ等からなり、積分球22内のほぼ中心に配置されている。積分球22は、内壁にMgOやBaSO₄等の白色拡散反射塗料が塗装されており、光源21の発光光を拡散反射して拡散光を生成するもので、開口部24が適所に設けられている。なお、光源21と開口部24の間には図略の遮光板が介設され、光源21の直射光が開口部24から出射されないように構成されている。

【0014】レンズ23は、上記開口部24の近傍であって、例えば積分球22の中心と開口部24とを結ぶ線上に配置されており、光軸L1を形成し、開口部24から出射される拡散光を集束してこの光軸L1に沿って導くもので、これによって試料5の表面が小径のスポット状、かつその内部が均一に照明される。

【0015】上記受光光学系3は、レンズ31、分光センサ32、ビームスプリッタ33、レンズ34及び位置センサ35を備えている。レンズ31は、光軸L2を形成するもので、この光軸L2に沿って入射する試料5からの反射光を集束して分光センサ32に導くものである。分光センサ32は、レンズ31を介して入射する試料5からの反射光の、波長毎、すなわち充分に狭い波長幅毎の受光強度を検出するもので、得られた波長毎の受光強度データは制御部4に送出される。

【0016】ビームスプリッタ33は、光軸L2上であって試料5とレンズ31間に、光軸L2に対して45°傾斜して配置されたハーフミラー等からなり、試料5からの反射光の一部を透過し、残りを反射して分岐するものである。レンズ34は、ビームスプリッタ33で分岐された試料5の反射光を集束して光軸L2に沿って導き、位置センサ35上に試料5の表面の照明光の像を結像するものである。

【0017】位置センサ35は、フォトダイオードなどの光電変換素子がマトリクス状に配列されてなるエリアセンサからなり、レンズ34を介して入射する試料5からの反射光を受光するもので、各光電変換素子毎の受光強度データが制御部4に送出される。

【0018】制御部4は、ROM41及びRAM42を内蔵するマイクロコンピュータ等からなり、光源21の発光動作等の本分光測色計の動作を制御するとともに、分光センサ32で得られた波長入毎の受光強度データか

4

ら分光反射率 $R(\lambda)$ を算出するものである。

【0019】また、制御部4は、位置センサ35の各光電変換素子毎の受光強度データから位置センサ35の受光面における試料5の照明光の結像位置の中心、すなわち受光強度が最大の光電変換素子を検出するとともに、この検出した結像位置が変動したときは、試料5の表面が基準位置にあるときの結像位置に対する変動距離を算出するものである。

【0020】また、制御部4は、後述する手順で各演算式を実行することによって、得られた分光反射率 $R(\lambda)$ に対する補正を行うものである。

【0021】RAM42は、データを一時的に保管するものである。ROM41は、制御プログラム、予め設定されたデータや演算式等を記憶するもので、試料5の法線Nと光軸L1とのなす角度（第1の角度）を θ_1 、試料5の法線Nと光軸L2とのなす角度（第2の角度）を θ_2 （本実施形態では、 $\theta_1 > \theta_2$ ）、試料5の表面が基準位置にあるときの光軸L1と試料5の交点とレンズ23との間の基準距離を L_1 とすると、これらの角度 θ_1 、 θ_2 及び基準距離 L_1 を記憶するものである。また、ROM41は、試料5の表面の像に対する位置センサ35の受光面における像の倍率を α とすると、この倍率 α を記憶するものである。

【0022】次に、図2～図4を用いて、制御部4で行われる分光反射率データの補正について説明する。図2は分光測色計と試料5間の距離変動による試料5上の照明光の位置変動を説明する図、図3は図2における位置センサ35の受光面において変動する照明光の結像位置を示す図である。図4は試料5の表面が基準位置から変動したときの分光反射率を示す図で、実線が基準位置にあるとき、破線が基準位置から距離 Δd だけ遠ざかったとき、一点鎖線が距離 Δd （但し、 $\Delta d_1 < \Delta d_2$ ）だけ遠ざかったときを示している。

【0023】なお、図2において試料5の表面が基準位置から遠ざかる方向を正とし、その変動距離を Δd とする。また、図4では試料5が白色の場合の測定例を示している。

【0024】試料5の表面上における照明光の像位置の変動距離 ΔD は、 $\theta_1 > \theta_2$ であるので、

【0025】

$$【数1】 \Delta D = \Delta d (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

となる。

【0026】一方、図3に示す位置センサ35の受光面における像位置の変動距離、すなわち試料5の表面が基準位置にあるときの照明光像の中心位置Oと試料5の表面が変動位置にあるときの照明光像の中心位置O'との間の距離 $\Delta D'$ は、上記倍率 α を用いると、

【0027】

$$【数2】 \Delta D' = \alpha \Delta D$$

となる。

(4)

特開平9-288007

5

【0028】上記数1、数2から ΔD を消去すると、

【0029】

【数3】 $\Delta d = \Delta D' / \{\alpha (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)\}$

が得られる。

【0030】従って、制御部4は、位置センサ35の受光面における照明光の結像位置の基準位置に対する変動距離 $\Delta D'$ を検出し、上記数3の演算を行うことによって、試料5の表面の基準位置からの変動距離 Δd を求めることができる。

【0031】更に、図2に示すように、試料5の表面が基準位置から距離 Δd だけ遠ざかると、光軸L1と試料5の交点とレンズ23との間の距離は、

【0032】

【数4】 $L = L_0 + \Delta d / \cos \theta_1$ となる。

【0033】レンズ23の径に比べ L が十分に大きいときは、レンズ23は点光源と考えられるので、物体の表面上における照度は距離の2乗に反比例するので、上記数4より、試料5の表面上における照度Eは、

【0034】

【数5】 $\{L_0 / (L_0 + \Delta d / \cos \theta_1)\}^2$ にほぼ比例することになる。

【0035】一方、試料5の表面が基準位置に対して距離 Δd_1 、 Δd_2 だけ順次遠ざかると、図4に示すように、分光反射率は照度Eに比例して低下するので、試料5の表面が基準位置に対して距離 Δd だけ変動したときに得られた分光反射率の測定値を $R(\lambda)$ とすると、

【0036】

【数6】 $R_0(\lambda) = R(\lambda) \cdot \{(L_0 + \Delta d / \cos \theta_1) / L_0\}^2$

によって、試料5の表面が基準位置にあるときの分光反射率に等しい補正値 $R_0(\lambda)$ が求められる。

【0037】次に、図5のフローチャートを用いてこの分光測色計の動作手順について説明する。まず、光源21が発光すると（#100）、その発光光が半球22で拡散され、開口部24から射出される拡散光がレンズ23により集束されて光軸L1に沿って導かれ、試料5の表面がスポット的に照明される。次いで、試料5の表面で反射した反射光の内、光軸L2に沿った成分の反射光がビームスプリッタ33で分離される。

【0038】そして、ビームスプリッタ33の透過光は、レンズ31で集束されて分光センサ32に入射して受光され、受光データは制御部4に導かれる。次いで、分光反射率 $R(\lambda)$ が求められ、この算出された分光反射率 $R(\lambda)$ がROM42に記憶される（#110）。

【0039】一方、ビームスプリッタ33の反射光はレンズ34で集束され、位置センサ35上に照明光のスポット像が結像されて、その照明光の結像位置が検出され、次いで、この検出位置から照明光の結像位置の基準位置に対する変動距離 $\Delta D'$ が算出される（#12

5

0）。次いで、この変動距離 $\Delta D'$ を数3に代入して変動距離 Δd が算出される（#130）。

【0040】続いて、求めた変動距離 Δd と分光反射率 $R(\lambda)$ とを数6に代入して補正演算が行われ、補正された分光反射率 $R_0(\lambda)$ が算出される（#140）。

【0041】このように、位置センサ35の受光面における照明光の結像位置の変動距離 $\Delta D'$ から試料5の変動距離 Δd を算出し、この変動距離 Δd を用いて分光反射率の測定値 $R(\lambda)$ を補正するようにしたので、試料5の厚さのばらつきや反り等によって分光測色計と試料5の表面との間の距離が変動しても、試料5の分光反射率を精度良く求めることができる。

【0042】なお、上記実施形態において、数3の演算を行うのに代えて、数3を用いて予め種々の変動距離 $\Delta D'$ に対する試料5の変動距離 Δd を算出しておき、又は実験的に求めておき、これをテーブルデータとしてROM41に記憶させておくようにしてもよい。この場合には、制御部4は、検出された変動距離 $\Delta D'$ に対応する変動距離 Δd をROM41から抽出することによって試料5の変動距離 Δd を求めることができ、演算が不要になる分だけ測定処理の高速化を図ることができる。

【0043】また、上記実施形態において、数6の演算を行うのに代えて、数6を用いて予め種々の変動距離 Δd と分光反射率 $R(\lambda)$ とから分光反射率の補正値 $R_0(\lambda)$ を算出しておき、これをテーブルデータとしてROM41に記憶させておくようにしてもよい。また、種々の変動距離 Δd から分光反射率の補正値 $R_0(\lambda)$ を実験的に求めておき、これをテーブルデータとしてROM41に記憶させておくようにしてもよい。これらの場合には、制御部4は、求められた変動距離 Δd に対応する分光反射率の補正値 $R_0(\lambda)$ をROM41から抽出することによって試料5の正確な分光反射率を求めることができ、演算が不要になる分だけ測定処理の高速化を図ることができる。

【0044】また、上記実施形態において、光源21の分光分布をROM41に予め記憶しておくか、又は光源21の分光分布を検出するためのモニタ用分光センサを備えるとともに、ROM41にスペクトル三刺激値を記憶しておき、制御部4は、光源21の分光分布と試料5の分光反射率の補正値 $R_0(\lambda)$ とスペクトル三刺激値とから、試料5の物体色の三刺激値を算出するようにしてもよい。

【0045】また、照明光の形状は、スリット状の矩形形状のように、位置変動距離の検出に適したものを採用することができる。

【0046】また、分光センサ32を光電変換素子がマトリクス状に配列されてなるエリアセンサで構成し、この受光面において照明光の基準位置に対する変動距離を求めるようにしてもよい。この場合には、ビームスプリッタ33、レンズ34及び位置センサ35を省略するこ

50

(5)

特開平9-288007

7

とができ、部品点数を削減して測定器の小型化を図ることができる。

【0047】また、位置センサ35は、光軸L1、L2で形成される平面に沿って長尺形状のラインセンサとしてもよい。この場合でも、照明光の位置は上記平面に沿って変動するので、変動距離を検出することができる。また、位置センサ35は、シリコンフォトダイオードを利用したスポット位置検出素子（PSD）でも良い。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、10 試料上の照明位置を検出し、この検出位置を用いて試料と照明手段との間の距離を求め、この距離を用いて求められた試料の反射特性を補正するようにしたので、距離の変動に関わりなく試料の反射特性を精度良く求めることができ、これによって非接触であっても試料の反射特性を高精度で求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る分光測色計の一実施形態を示す構成図である。

【図2】分光測色計と試料間の距離変動による試料上の20 照明光の位置変動を説明する図である。

【図3】図2における位置センサの受光面において変動*

8

*する照明光の結像位置を示す図である。

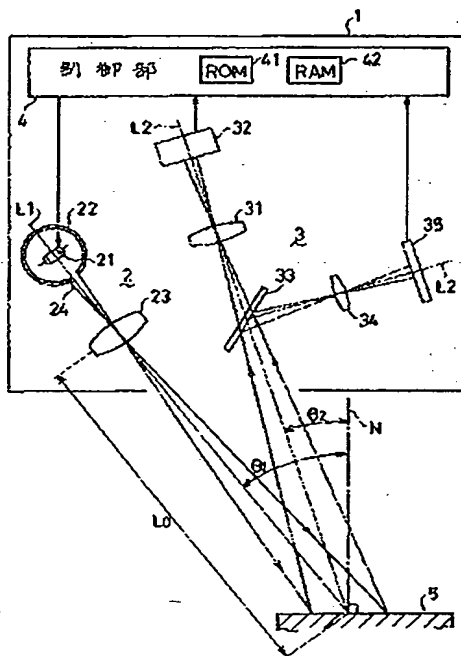
【図4】試料の表面が基準位置から変動したときの分光反射率を示す図である。

【図5】動作手順を示すフローチャートである。

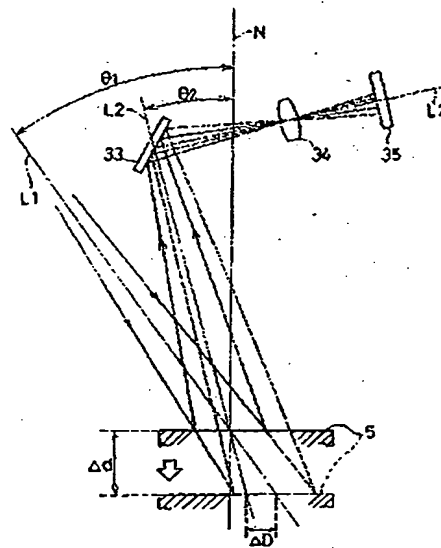
【符号の説明】

- 1 装置本体
- 2 照明光学系（照明手段）
- 21 光源
- 22 積分球
- 23 レンズ
- 3 受光光学系
- 31 レンズ
- 32 分光センサ（受光手段）
- 33 ビームスプリッタ
- 34 レンズ
- 35 位置センサ（位置検出手段）
- 4 制御部（反射特性制御手段、距離算出手段、補正手段）
- 41 ROM
- 42 RAM
- 5 試料

【図1】



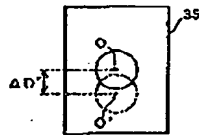
【図2】



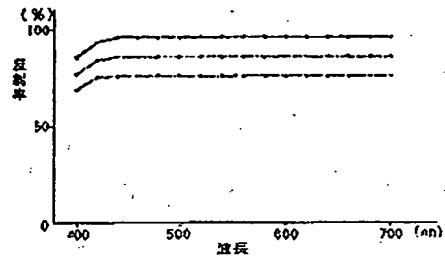
(5)

特開平9-288007

【図3】



【図4】



【図5】

